НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ

НАУЧНАГО МАТЕРІАЛИЗМА

И ЕГО УСТРАНЕНІЕ.

ЧТЕНІЕ

Вильг. Оствальда

профессора лейпцигскаго университета

на съѣздѣ нѣмецкихъ естествоиспытателей и врачей въ Любекѣ въ сентябрѣ 1895 г.

ПЕРЕВОДЪ СЪ НѢМЕЦКАГО:

„Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus, von W. Ostwald“

Н. С. Дрентельна.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе К. Л. Риккера,
Невскій просп., № 14.
1896.

Дозволено цензурою, С.-Петербургъ, 27 марта, 1896 г.

ТИПОГРАФІЯ Я. ТРЕЙ, РАЗЪѢЗЖАЯ, № 43.



Во всѣ времена слышались сѣтованія на то, что по основнымъ, важнѣйшимъ для человѣчества вопросамъ существуетъ такъ мало согласія. Лишь въ наши дни сѣтованія эти по отношенію къ одному изъ величайшихъ вопросовъ почти прекратились; хотя и существуютъ еще нѣкоторыя разногласія, тѣмъ не менѣе можно утверждать, что рѣдко взгляды на явленія внѣшняго міра отличались такимъ сравнительно полнымъ единствомъ, какъ именно въ нашъ естественнонаучный вѣкъ. Каждый научно-мыслящій человѣкъ, отъ математика до практикующаго врача, на вопросъ, какъ онъ представляетъ себѣ міръ «въ самомъ себѣ», скажетъ, что вещи состоятъ изъ движущихся атомовъ, и что эти атомы вмѣстѣ съ дѣйствующими между ними силами — конечныя реальности всѣхъ явленій. Сотни разъ, устно и печатно слышимъ мы повтореніе того, что физическій міръ можетъ быть понятъ не иначе, какъ путемъ сведенія его на «механику атомовъ»; матерія и движеніе являются конечными понятіями, къ которымъ должно быть приведено все разнообразіе явленій природы. Этотъ взглядъ можно назвать научнымъ матеріализмомъ.

Цѣль моя—высказать свое убѣжденіе въ томъ, что этотъ столь общепринятый взглядъ неправиленъ; что механическое толкованіе міра не выполняетъ своего назначенія; что оно стоитъ въ противорѣчіи съ несомнѣнными и общепризнанными истинами. Заключеніе, которое отсюда вытекаетъ, очевидно: несостоя-

тельный въ научномъ отношеніи взглядъ долженъ быть оставленъ и, если возможно, замѣненъ другимъ, лучшимъ. На весьма естественный вопросъ, имѣется ли уже взамѣнъ него что либо лучшее, мнѣ кажется, я долженъ отвѣчать положительно. Такимъ образомъ, высокоуважаемое собраніе, моя рѣчь естественно распадается на двѣ части: разрушающую и созидающую. Какъ и всегда, разрушать легче, нежели строить, и мнѣ легче будетъ доказать несостоятельность общепринятаго механическаго міровоззрѣнія, чѣмъ состоятельность новаго, которое я назвалъ-бы энергетическимъ. Но если я тутъ же скажу, что это новое воззрѣніе уже выдержало испытаніе въ области опытныхъ наукъ, столь благопріятной для спокойнаго обсужденія и добросовѣстной провѣрки, то это обстоятельство—не служа еще, конечно, доказательствомъ вѣрности воззрѣнія—все же должно будетъ возвысить его право на ваше вниманіе.

Быть можетъ, не лишнее напередъ оговориться, что сегодняшняя рѣчь моя касается только естественнонаучныхъ вопросовъ. Я рѣшительно и безусловно обхожу всякіе выводы, которые могли бы быть здѣсь сдѣланы по отношенію къ другимъ, напримѣръ, этическимъ и религіознымъ вопросамъ. И дѣлаю это не потому, чтобы считалъ такіе выводы неважными, но потому, что новое воззрѣніе добыто совершенно независимо отъ подобныхъ соображеній,—исключительно на почвѣ точной науки. Къ обработкѣ этой почвы также примѣнимы слова, что кто, берясь за плугъ, оглядывается назадъ, тотъ не созданъ для этого міра. Натуралистъ не обязанъ сообразоваться въ своихъ выводахъ съ тѣмъ, нравятся они кому или нѣтъ; его задача—добросовѣстное исканіе истины, которое, если и можетъ временно приводить къ ошибкамъ, никогда не отклонитъ насъ надолго отъ истиннаго пути.

Я хорошо понимаю, что мое намѣреніе приводитъ меня къ разногласію со взглядами людей, которымъ наука обязана великими успѣхами, и на которыхъ всѣ мы смотримъ съ благоговѣйнымъ удивленіемъ. Да не сочтутъ они за признакъ высокомѣрія то, что я въ столь важномъ дѣлѣ становлюсь въ противорѣчіе съ ними. Матросъ, стоящій на сторожѣ, можетъ однимъ окрикомъ отклонить путь большого корабля, на которомъ онъ самъ есть лишь ничтожное служебное звѣно. Его обязанность дать знать о томъ, что онъ видитъ, и онъ не выполнилъ бы своего долга, если бы этого не сдѣлалъ. Въ такомъ же смыслѣ понимаю и я свой долгъ, который намѣренъ сегодня исполнить. Никто изъ васъ не обязанъ мѣнять своего «научнаго курса» только по моему указанію: каждый можетъ провѣрить, вѣрно ли то, что у меня передъ глазами, или нѣтъ. Но такъ какъ тотъ особый родъ научной работы, который составляетъ мое призваніе, сколько мнѣ кажется, позволяетъ мнѣ въ настоящее время видѣть нѣкоторыя явленія яснѣе, чѣмъ они представляются съ другихъ точекъ зрѣнія, то я счелъ бы себя неправымъ, если бы по внѣшнимъ причинамъ умолчалъ о томъ, что вижу.

Чтобы разобраться въ безконечно-сложномъ мірѣ явленій, мы всегда и вездѣ прибѣгаемъ къ одному и тому же научному пріему. Мы подбираемъ сходное къ сходному, и ищемъ единое въ разнообразіи. Такимъ путемъ мы постепенно осиливаемъ безконечную сложность явленій. Мало по малу, въ послѣдовательномъ развитіи, возникаютъ для этой цѣли все болѣе дѣйствительныя средства обобщенія. Отъ простого перечня мы переходимъ къ системѣ, отъ системы—къ закону природы, а наиболѣе обобщенная форма послѣдняго приводитъ насъ къ общему понятію. Мы замѣчаемъ, что явленія дѣйствительнаго міра, при всемъ ихъ безпредѣльномъ разнообразіи, представляютъ однако лишь совершенно опредѣленные и обособленные случаи формально мыслимыхъ возможностей. Въ опредѣленіи дѣйствительныхъ случаевъ изъ возможныхъ лежитъ значеніе законовъ природы, и

форма, къ которой всѣ они приводятся, состоитъ въ нахожденіи нѣкоторой инваріанты, нѣкоторой величины, которая остается неизмѣнной, когда всѣ остальные опредѣляющіе моменты въ предѣлахъ возможныхъ и опредѣляемыхъ закономъ границъ измѣняются. Мы видимъ такимъ образомъ, что историческое развитіе научныхъ воззрѣній всегда связывается съ открытіемъ инваріантъ; ими обозначаются верстовые столбы на познавательномъ пути, которымъ шло человѣчество.

Такая инваріанта общаго значенія была найдена въ понятіи массы. Она не только доставляетъ постоянныя (константы) астрономическихъ законовъ, но оказывается столь же неизмѣнной при самыхъ глубокихъ превращеніяхъ, которымъ могутъ подвергаться предметы внѣшняго міра, — при химическихъ явленіяхъ. Поэтому понятіе массы оказалось въ высшей степени пригоднымъ для того, чтобы стать центромъ естественнонаучной закономѣрности. Правда, оно само по себѣ было слишкомъ бѣдно содержаніемъ для изображенія многоразличныхъ явленій, а потому его пришлось соотвѣтственно расширить. Это произошло такимъ образомъ, что съ названнымъ простымъ механическимъ понятіемъ былъ слитъ рядъ свойствъ, которыя, какъ показываетъ опытъ, соединены съ обладаніемъ массою и измѣняются ей пропорціонально. Такъ возникло понятіе матеріи, въ которое было собрано все, что для нашихъ чувствъ соединено съ массою, какъ вѣсъ, протяженіе, химическія свойства и т. д., и физическій законъ сохраненія массы превратился въ метафизическую аксіому сохраненія матеріи.

Важно замѣтить себѣ, что, вмѣстѣ съ этимъ расширеніемъ, въ первоначальное понятіе, совершенно свободное отъ всякой гипотезы, вошло много гипотетическихъ элементовъ. Въ особенности это видно въ случаѣ химическихъ явленій. Съ названной точки зрѣнія, химическій процессъ, вопреки видимости, никоимъ образомъ нельзя было истолковывать такъ, что подвергающаяся химическому измѣненію матерія исчезаетъ и что вмѣсто нея является новая, съ новыми свойствами. Напротивъ, по этому взгляду выходило, что хотя напр. всѣ доступныя нашимъ чувствамъ свойства желѣза и кислорода исчезаютъ въ окиси желѣза,—желѣзо и кислородъ тѣмъ не менѣе остаются въ происшедшемъ тѣлѣ и лишь получаютъ новыя свойства. Мы теперь на столько привыкли къ такому толкованію, что намъ очень трудно замѣтить его странность, даже безсмысленность. Но вѣдь все, что мы знаемъ объ опредѣленномъ веществѣ, есть знаніе его свойствъ; поэтому утвержденіе, что данное вещество еще существуетъ, но не имѣетъ ни одного изъ прежнихъ свойствъ, почти равнозначно абсурду. Въ дѣйствительности это чисто формальное допущеніе служитъ намъ только для того, чтобы соединить общіе факты химическихъ процессовъ, въ особенности стехіометрическіе законы массъ, съ произвольнымъ понятіемъ о неизмѣнной самой по себѣ матеріи.

Но и при такомъ расширенномъ понятіи о матеріи, съ присоединеніемъ необходимыхъ побочныхъ допущеній, нельзя охватить всей совокупности явленій, даже въ неорганическомъ мірѣ. Матерія мыслится какъ нѣчто покоящееся, неизмѣняющееся; чтобы съ помощью этого понятія стало возможнымъ изображеніе вѣчно измѣняющейся природы, необходимо дополнить его другимъ, отъ него независимымъ, въ которомъ именно выражалась бы эта измѣняемость. Таково было въ высшей степени плодотворное понятіе о силѣ, какъ постоянной причинѣ движенія, введенное Галилеемъ, творцемъ научной физики. Въ измѣнчивыхъ явленіяхъ свободнаго и несвободнаго паденія Галилей открылъ очень важную инваріанту; онъ сдѣлалъ возможнымъ полное описаніе этихъ явленій, принявъ постоянную силу тяжести, дѣйствія которой на тѣло непрерывно суммируются. Все значеніе новаго понятія выяснилось при Ньютонѣ; своей идеей о томъ, что та же самая сила, какъ функція разстоянія, дѣйствуетъ и

между небесными тѣлами, онъ завоевалъ для науки весь видимый звѣздный міръ. Этотъ успѣхъ въ особенности способствовалъ возникновенію увѣренности, что и всѣ остальныя физическія явленія можно будетъ, подобно астрономическимъ, представить помощью тѣхъ же началъ. Затѣмъ въ началѣ нашего вѣка, благодаря трудамъ нѣсколькихъ выдающихся астрономовъ, въ особенности французскихъ, было доказано, что Ньютоновъ законъ тяготѣнія не только позволяетъ изобразить въ крупныхъ чертахъ движеніе небесныхъ тѣлъ, но выдерживаетъ и гораздо болѣе серьезную пробу, пробу втораго приближенія, такъ какъ даетъ возможность съ такою же точностью вычислять и малыя отступленія отъ типическихъ формъ движенія, т. наз. возмущенія. Тогда вѣра въ плодотворность этого способа толкованія должна была возрасти въ необыкновенной степени. Ничего не могло быть естественнѣе ожиданія, что теорія, которой удалось столь совершеннымъ образомъ представить движенія большихъ небесныхъ тѣлъ, дастъ надлежащія средства, и даже единственныя средства, къ тому, чтобы подчинить власти науки и явленія въ маломъ мірѣ атомовъ. Такъ возникло механическое толкованіе природы, по которому всѣ явленія, и прежде всего явленія неживой природы, въ концѣ концовъ должны сводиться лишь къ движенію атомовъ по тѣмъ же законамъ, какіе найдены для небесныхъ тѣлъ. Что механистическій взглядъ былъ тотчасъ же перенесенъ и на область явленій живой природы—это было лишь необходимымъ слѣдствіемъ, послѣ того, какъ оказалось, что здѣсь приложимы тѣ же законы, какъ въ неорганическомъ мірѣ. Классически выразилось это міровоззрѣніе въ Лапласовой идеѣ «міровой формулы», помощью которой можно было бы, основываясь на механическихъ законахъ, вывести каждое прошедшее и будущее событіе путемъ строгаго анализа. Для этого необходимъ былъ бы умъ, который, будучи, правда, гораздо выше человѣческаго, не отличался бы однако отъ него по своему существу.

Мы обыкновенно не замѣчаемъ, какъ много въ этомъ общераспространенномъ воззрѣніи гипотетическаго, даже метафизическаго; наоборотъ, мы привыкли даже видѣть въ немъ maximum точной формулировки фактическихъ соотношеній. Въ дѣйствительности же то слѣдствіе изъ этого воззрѣнія, что всѣ не-механическія явленія, именно тепловыя, лучистыя, электрическія, магнитныя, химическія, на самомъ дѣлѣ механичны, не доказано ни для одного случая. Ни въ одномъ изъ этихъ случаевъ не удалось представить фактическія соотношенія помощью надлежащей механической системы такимъ образомъ, чтобы не получилось остатка. Правда, для многихъ отдѣльныхъ явленій удалось съ бо́льшимъ или меньшимъ успѣхомъ установить соотвѣтствующій механическій образъ; но, когда пытались съ помощью такого механическаго образа представить всю совокупность извѣстныхъ въ данной области явленій, тогда непремѣнно въ какомъ-либо мѣстѣ оказывалось неразрѣшимое противорѣчіе между дѣйствительнымъ соотношеніемъ явленій и тѣмъ, какое слѣдовало ожидать на основаніи механической аналогіи. Это противорѣчіе можетъ долго оставаться скрытымъ; но исторія науки учитъ насъ, что оно рано или поздно выплыветъ на свѣтъ божій; и про всѣ такіе механическіе образы или аналогіи, называемые механическими теоріями тѣхъ или иныхъ явленій, можно сказать съ полною увѣренностью, что они непремѣнно современемъ рушатся.

Превосходнымъ примѣромъ сказаннаго можетъ служить исторія оптическихъ теорій. Пока вся оптика обнимала собою лишь явленія отраженія и преломленія, до тѣхъ поръ она могла довольствоваться механической схемою Ньютона. По ней свѣтъ состоялъ изъ частичекъ, которыя будучи выброшены свѣтящимъ тѣломъ прямолинейно, дѣйствуютъ по законамъ движущихся совершенно упругихъ массъ. Правда, другая механическая теорія, теорія волнъ Гюйгенса и Эйлера, давала въ разсматриваемомъ отношеніи ровно столько же; но

она, хотя и могла возбудить сомнѣніе въ единственной пригодности перваго взгляда, не была еще въ состояніи отнять у него господство. Когда же были открыты явленія интерференціи и поляризаціи, Ньютоновъ механическій образъ оказался совершенно непригоднымъ, и другой, предлагаемый теоріей волнообразнаго движенія, былъ признанъ истиннымъ, такъ какъ съ его помощью можно было вывести, по крайней мѣрѣ, главные факты новой области явленій.

Но и существованіе вибраціонной теоріи, какъ механической, было непродолжительно, ибо въ наши дни она безшумно похоронена и замѣнена электромагнитной теоріей свѣта. Разсѣкая труппъ, мы ясно видимъ причину смерти: эта теорія пала также по винѣ ея механическихъ составныхъ частей. Гипотетическій эфиръ, на который была возложена задача колебаться, долженъ былъ выполнять ее при очень затруднительныхъ условіяхъ. Какъ извѣстно, поляризаціонныя явленія необходимо требуютъ, чтобы колебанія были поперечными; но такія колебанія возможны лишь въ твердомъ тѣлѣ, и вычисленія лорда Кельвина (В. Томсона), въ концѣ концовъ, показали, что среда съ такими свойствами, какія долженъ имѣть эфиръ, вообще не устойчива, то есть, какъ отсюда неизбѣжно слѣдуетъ, не можетъ имѣть физическаго существованія. Не даромъ незабвенный Герцъ, которому столь многимъ обязана принимаемая нынѣ электромагнитная теорія свѣта, рѣшительно отказывался видѣть въ ней нѣчто иное, чѣмъ систему изъ шести дифференціальныхъ уравненій: онъ какъ бы хотѣлъ избавить теорію отъ общей судьбы предыдущихъ.

Такой конечный пунктъ въ развитіи теоріи говоритъ убѣдительнѣе всего, что я знаю, противъ длительнаго успѣха прежнихъ теоретическихъ пріемовъ въ механической области.

Но, скажутъ мнѣ, вѣдь эти теоріи были столь плодотворны. Да, онѣ были плодотворны именно своими вѣрными составными частями, какъ сдѣлались потомъ вредными по винѣ ложныхъ. Но которыя изъ ихъ составныхъ частей были вѣрны, которыя ложны,—это могло выясниться лишь путемъ продолжительнаго и дорого стоившаго опыта (Erfahrung).

Все предыдущее привело насъ пока къ чисто отрицательному результату: мы видѣли, какъ *не* слѣдуетъ поступать, и въ этомъ повидимому еще мало полезнаго. Однако мы уже здѣсь можемъ указать на нѣкоторый положительный выигрышъ, который для многихъ изъ васъ явится не безинтереснымъ. Избранный нами путь позволяетъ критически устранить одинъ взглядъ, который въ свое время обратилъ на себя немалое вниманіе и причинилъ много тревогъ посвященнымъ въ дѣло лицамъ. Я разумѣю столь извѣстныя соображенія знаменитаго берлинскаго физіолога Эмиля Дюбуа-Реймона (Em. du Bois-Reymond), высказанныя имъ впервые 23 года тому назадъ на лейпцигскомъ съѣздѣ естествоиспытателей, а потомъ въ нѣсколькихъ мною читавшихся статьяхъ; они касались нашихъ видовъ на будущность естествознанія и завершались знаменитымъ « *ignorabimus* ». Въ продолжительномъ спорѣ, слѣдовавшемъ за этою рѣчью, сколько мнѣ извѣстно, ея авторъ остался побѣдителемъ во всѣхъ пунктахъ, ибо его противники опирались на то же основаніе, изъ котораго слѣдовало его *ignorabimus*, и заключенія Дюбуа-Реймона столь же надежны, какъ самое это основаніе. Это основаніе, вѣрность котораго пока никѣмъ не оспаривалась, есть механическое міровоззрѣніе, принимающее, что сведеніе всѣхъ явленій къ системѣ движущихся матерьяльныхъ точекъ (Massenpunkte) есть цѣль, которой можно достичь въ объясненіи природы. Но если это основаніе рушится—а мы видѣли, что оно должно рушиться—то вмѣстѣ съ нимъ исчезнетъ и *ignorabimus*: наукѣ опять открывается свободный путь.

Я не думаю, чтобы васъ удивилъ этотъ выводъ, ибо, на сколько я могу судить по собственному опыту, едва ли были натуралисты, которые дѣйствительно вѣрили въ *ignorabimus*,

хотя и не было ясно, въ чемъ именно слабая сторона самаго результата. Но я полагаю, что добытое нами путемъ критики механистическаго міровоззрѣнія, т. е. формальное устраненіе того угрожающаго призрака, можетъ представить нѣкоторый интересъ для мыслителей, которые не могли ничего противопоставить несокрушимой логикѣ доказательствъ Дюбуа-Реймона.

То, что здѣсь, для наглядности, было ограничено изложенными выше соображеніями, охватываетъ однако гораздо больше: устраненіе механической схемы міра касается основы всего матеріалистическаго міровоззрѣнія (понимая это слово въ научномъ смыслѣ). Если попытка объяснять всѣ извѣстныя явленія механически, при каждой серьезной пробѣ, оказывается безуспѣшной, то отсюда неизбѣжно слѣдуетъ, что это тѣмъ менѣе можетъ быть достигнуто въ области несравненно болѣе запутанныхъ явленій органической жизни. Здѣсь сказываются тѣ же самыя принципіальныя противорѣчія, и утвержденіе, что всѣ явленія природы могутъ быть прежде всего сведены къ механическимъ, нельзя даже считать годной «рабочей» гипотезой: оно прямо ошибочно.

Яснѣе всего видна его ошибочность на слѣдующемъ фактѣ. Всѣ уравненія механики имѣютъ то свойство, что допускаютъ перемѣну знака во времени. Это значитъ, что теоретически-совершенные процессы могутъ идти одинаково хорошо и въ ту, и въ другую сторону. Слѣдовательно, въ чисто механическомъ мірѣ не было бы ни «раньше», ни «позже» въ смыслѣ нашего міра: дерево могло бы снова превратиться въ сѣмя, бабочка—въ гусеницу, старикъ—въ ребенка. Тотъ фактъ, что этого не происходитъ, не объясняется механическимъ міровоззрѣніемъ и не можетъ быть имъ объясненъ по причинѣ упомянутаго выше свойства уравненій механики. Слѣдовательно, фактическая необратимость дѣйствительныхъ явленій природы доказываетъ существованіе процессовъ, которые *не* могутъ быть представлены уравненіями механики,—а съ этимъ подписанъ приговоръ научнаго матеріализма.

Итакъ, мы должны—это заключеніе можно повидимому съ полною увѣренностью сдѣлать изъ предыдущаго—рѣшительно отказаться отъ надежды, что намъ удастся наглядно представить физическій міръ сведеніемъ явленій на механику атомовъ. Но, возразятъ мнѣ, если отбросить картину движущихся атомовъ, какое же еще останется средство, чтобы составить себѣ образъ дѣйствительности? На такой вопросъ мнѣ хочется воскликнуть: ты и не долженъ составлять себѣ картины или уподобленія! Наша задача—не въ томъ, чтобы разсматривать міръ въ болѣе или менѣе мутное или искривленное зеркало: мы должны видѣть его такъ непосредственно, какъ только это позволяютъ свойства нашего духа. Находить соотношенія между реальностями, опредѣлимыми и измѣримыми величинами, такъ, чтобы изъ однѣхъ, если онѣ даны, могли быть выведены другія,—вотъ задача науки, и она не можетъ быть рѣшена помощью какого-нибудь гипотетическаго образа, а лишь обнаруженіемъ зависимостей между измѣримыми величинами.

Путь этотъ, несомнѣнно, длинный и трудный, но единственно допустимый. Однако намъ незачѣмъ разочаровываться и идти по этому пути съ огорченіемъ, утѣшая себя надеждою, что онъ когда-либо возведетъ нашихъ правнуковъ на желаемую высоту. Нѣтъ, мы сами можемъ почитать себя счастливыми, и плодотворнѣйшій научный даръ истекающаго столѣтія новому есть замѣна механистическаго міровоззрѣнія энергетическимъ.

Высокочтимое собраніе! Я въ особенности считаю нужнымъ подчеркнуть, что рѣчь отнюдь не идетъ здѣсь о чемъ нибудь совершенно новомъ, данномъ лишь въ наши дни. Нѣтъ, мы полстолѣтія владѣемъ сокровищемъ, сами не сознавая этого. Мы могли читать «таинственное откровеніе» ежедневно, но мы не понимали его.

Когда, 53 года тому назадъ, Юліусъ Робертъ Майеръ (Mayer) открылъ эквивалентность различныхъ силъ природы, или, какъ мы говоримъ нынѣ, различныхъ формъ энергіи, онъ уже сдѣлалъ рѣшительный шагъ въ томъ направленіи, о которомъ идетъ рѣчь. Но, по всегдашнему закону обыденнаго мышленія, новое открытіе никогда не воспринимается въ той чистотѣ и ясности, какъ оно было высказано. Воспринимающій, не переживъ внутренно умственной работы, связанной съ новымъ открытіемъ, а воспринявъ его извнѣ, стремится прежде всего, по скольку то возможно, приспособить его къ тому, что̀ уже имѣетъ. Такимъ образомъ новая мысль портится, и если не совсѣмъ искажается, то во всякомъ случаѣ лишается своихъ лучшихъ силъ. Болѣе того: названная особенность мышленія столь могущественна, что не щадитъ и самого автора; такъ, огромныхъ умственныхъ силъ Коперника хватило на то, чтобы пересоздать роли солнца и земли въ отношеніи ихъ движенія, но не дальше: планетныхъ движеній онъ не могъ обнять во всей ихъ простотѣ, а сохранилъ для нихъ остатокъ теоріи эпицикловъ. Нѣчто подобное находимъ мы и у Майера. Поэтому, какъ почти во всѣхъ случаяхъ, работа послѣдующихъ поколѣній состояла не въ томъ, чтобы прямо пожинать плоды новаго открытія, а преимущественно въ томъ, чтобы устранять, одну за другою, невольные и неидущіе къ дѣлу придатки, пока, наконецъ, основная мысль могла появиться во всемъ своемъ простомъ величіи.

Въ нашемъ случаѣ тоже можно замѣтить такой порядокъ развитія. Когда Майеръ высказалъ законъ эквивалентности, его мысль объ эквивалентной превратимости различныхъ формъ энергіи была, въ своей простотѣ, слишкомъ чужда, чтобы быть непосредственно воспринятою. Напротивъ, трое ученыхъ, которымъ мы всего болѣе обязаны проведеніемъ закона, Гельмгольцъ, Клаузіусъ и Вилльямъ Томсонъ, сочли необходимымъ «истолковать» законъ такимъ образомъ, что всѣ виды энергіи, въ сущности, представляютъ собою одно и то же, именно механическую энергію. Этимъ путемъ было достигнуто то, что̀ казалось всего необходимѣе: непосредственное приспособленіе къ господствующему механистическому міровоззрѣнію; но при этомъ утратилось значеніе реформирующей стороны новой идеи.

Прошло полстолѣтія, пока созрѣло убѣжденіе, что эта гипотетическая прибавка къ закону энергіи была не углубленіемъ въ идею, а отказомъ отъ ея значительнѣйшей стороны: ея свободы отъ всякой произвольной гипотезы. Но рѣшительною причиною паденія механическаго взгляда послужило все же не открытіе этого методическаго обстоятельства, а конечная неудача всякихъ попытокъ дать удовлетворительное механическое толкованіе различнымъ формамъ энергіи.

Вы съ нетерпѣніемъ спросите меня, какимъ же образомъ удастся съ помощью столь отвлеченнаго понятія, какъ энергія, создать міровоззрѣніе, которое по ясности и наглядности могло бы сравниться съ механическимъ? Отвѣтъ не труденъ. Что именно мы узнаёмъ о физическомъ мірѣ? Очевидно, лишь то, о чемъ намъ даютъ знать наши органы чувствъ. Но при какомъ условіи тотъ или иной изъ этихъ органовъ приходитъ въ дѣйствіе? Какъ бы мы ни разсматривали дѣло, мы не откроемъ ничего иного, кромѣ слѣдующаго: органы чувствъ реагируютъ на энергетическія разности между ними и окружающей средою. Въ мірѣ, котораго температура повсюду была бы одинакова съ температурою нашего тѣла, мы нашимъ ощущеніемъ никоимъ образомъ не открыли бы «теплоты», точно такъ, какъ мы не ощущаемъ постояннаго атмосфернаго давленія, подъ которымъ живемъ: мы получаемъ о немъ понятіе лишь тогда, когда намъ удается произвести въ части пространства иное давленіе.

Хорошо; съ этимъ вы еще будете готовы согласиться. Но на ряду съ этимъ вы, конечно, не согласитесь отказаться отъ матеріи, ибо энергія должна вѣдь имѣть носителя. Я же спрашиваю васъ: почему? Если все, что̀ мы узнаёмъ о

внѣшнемъ мірѣ,—энергетическія соотношенія, то какое основаніе имѣемъ мы принимать именно въ этомъ внѣшнемъ мірѣ нѣчто, о чемъ мы никогда ничего не узнавали? Мнѣ отвѣтятъ, что энергія есть лишь нѣчто мыслимое, абстрактъ, тогда какъ матерія—дѣйствительность. Я возражаю: наоборотъ! Матерія есть мыслимая вещь, которую мы, довольно несовершеннымъ образомъ, создали себѣ, чтобы представить непреходящее въ вѣчной смѣнѣ явленій. Теперь, когда мы начинаемъ понимать, что дѣйствительное, т. е., то, что на насъ дѣйствуетъ, есть лишь энергія, намъ приходится изслѣдовать взаимное соотношеніе обоихъ понятій, и результатъ несомнѣнно будетъ тотъ, что признакъ реальности можетъ быть приписанъ только энергіи.

Эта рѣшающая сторона новаго взгляда, быть можетъ, выяснится лучше, если мы подойдемъ къ дѣлу историческимъ путемъ. Мы видѣли, что успѣхъ науки сказывается въ открытіи все болѣе и болѣе общихъ инваріантъ, и я уже указывалъ, какимъ образомъ первая изъ тѣхъ неизмѣняющихся величинъ, масса, преобразовалась въ матерію, т. е. массу, одаренную объемомъ, вѣсомъ и химическими свойствами. Но это понятіе само по себѣ, очевидно, было недостаточно, чтобы представить явленіе во всей ихъ непрерывной измѣняемости, и со времени Галилея прибавили силу для пополненія этого недостатка. Но сила не обладала свойствомъ неизмѣняемости, и послѣ того, какъ механика нашла въ живой силѣ и работѣ функціи, оказавшіяся частными инваріантами, Майеръ открылъ въ энергіи наиболѣе общую инваріанту, которой господство простирается на всю область физическихъ силъ.

Въ соотвѣтствіи съ этимъ историческимъ развитіемъ, матерія и энергія оставались на ряду другъ съ другомъ, и все, что можно было сказать о ихъ взаимномъ соотношеніи, было то, что онѣ большею частью являются вмѣстѣ, или что матерія есть носитель энергіи, какъ бы сосудъ, ея вмѣщающій.

Но развѣ матерія и энергія дѣйствительно различаются между собою, напр. такъ, какъ тѣло и духъ? Не содержится-ли, напротивъ, все то, что мы знаемъ и высказываемъ о матеріи, уже въ самомъ понятіи объ энергіи, и нельзя-ли съ помощью этой одной величины представить совокупность явленій? По моему убѣжденію, въ отвѣтѣ нельзя сомнѣваться. То, что составляетъ понятіе о матеріи, есть, во-первыхъ, масса, т. е. емкость по отношенію къ энергіи движенія (Capacität für Bewegunsenergie), во-вторыхъ, свойство наполнять пространство (Raumerfüllung), или объемная энергія (Volumenergie), далѣе, вѣсъ, или особый родъ энергіи положенія, выражающійся во всеобщемъ тяготѣніи, и, наконецъ, химическія свойства, т. е. химическая энергія. Мы все имѣемъ дѣло съ энергіей, и если представить себѣ матерію лишенною этихъ различныхъ видовъ энергіи, то не останется ровно ничего, не останется даже объема, который она занимала, такъ какъ и онъ узнается лишь по той затратѣ энергіи, которую нужно сдѣлать, чтобы проникнуть въ занимаемое матеріей пространство. Слѣдовательно, матерія есть не что иное, какъ группа различныхъ видовъ энергіи, пространственно и въ извѣстномъ порядкѣ связанныхъ между собою, и все, что мы хотимъ высказать о матеріи, мы высказываемъ именно объ этихъ видахъ энергіи.

То, что я стараюсь здѣсь выразить, настолько важно, что вы мнѣ извините, если я попробую подойти къ дѣлу еще съ другой стороны. Позвольте мнѣ взять самый рѣзкій примѣръ. Представьте себѣ, что вы получили ударъ палкою. Что вы тогда ощущаете: палку или энергію? Отвѣтъ можетъ быть лишь одинъ: энергію. Ибо палка—невиннѣйшая вещь въ свѣтѣ, пока ею не сдѣланъ размахъ. Но мы можемъ стукнуться и о покоящуюся палку! Совершенно вѣрно: то, что мы ощущаемъ, какъ уже было сказано, суть разности энергетическихъ состояній по отношенію къ органамъ нашихъ чувствъ, и потому совершенно безразлично, движется ли

палка по направленію къ намъ или мы—къ палкѣ. Если же наше тѣло и палка имѣютъ равныя и одинаково направленныя скорости, то палка для нашего осязанія не существуетъ, ибо она не можетъ коснуться насъ и вызвать обмѣнъ энергіи.

Изъ этихъ соображеній, я надѣюсь, видно, что все, что до сихъ поръ можно было представить помощью понятій матеріи и силы, можетъ быть (и еще гораздо больше) представлено также посредствомъ понятія энергіи; остается только перенести на энергію свойства и законы, которые приписывались матеріи и силѣ. Но мы получаемъ еще и тотъ очень большой выигрышъ, что не встрѣчаемъ здѣсь тѣхъ противорѣчій, которыя свойственны прежнему способу толкованія, и на которыя я указывалъ въ первой части моего чтенія. Не дѣлая никакого предвзятія относительно связи между разными видами энергіи, кромѣ лишь того, которое дается закономъ сохраненія энергіи, мы получаемъ полную свободу изслѣдованія. Мы можемъ объективно изучать свойства, отвѣчающія различнымъ видамъ энергіи, и будемъ въ состояніи, путемъ раціональнаго разбора и систематизаціи этихъ свойствъ, построить систему видовъ энергіи, которая позволитъ намъ ясно видѣть сходства и различія между ними и поэтому поведетъ насъ въ научномъ отношеніи гораздо дальше, чѣмъ это возможно при затемненіи ихъ различія гипотезою о ихъ «внутреннемъ» тождествѣ. Хорошимъ примѣромъ того, на что я хочу здѣсь указать, можетъ служить кинетическая гипотеза газоваго состоянія, которая въ настоящее время пользуется еще довольно большимъ распространеніемъ. По этой гипотезѣ давленіе газа происходитъ вслѣдствіе толчковъ движущихся частицъ его. Но давленіе газа есть величина, которая не имѣетъ опредѣленнаго направленія въ пространствѣ: газъ давитъ одинаково сильно по всѣмъ направленіямъ; толчекъ же есть слѣдствіе чего-то движущагося, и это движеніе имѣетъ опредѣленное направленіе. Слѣдовательно, изъ этихъ двухъ величинъ ни одна не можетъ быть непосредственно сведена на другую. Кинетическая гипотеза обходитъ эту трудность, искусственно устраняя тотъ признакъ толчка, что онъ имѣетъ опредѣленное направленіе: она принимаетъ, что толчки происходятъ по всѣмъ направленіямъ безъ различія. Въ настоящемъ случаѣ удается искусственно приспособить другъ къ другу свойства различныхъ энергій; въ другихъ же такое приспособленіе не вполнѣ возможно. Напримѣръ, факторы электрической энергіи, напряженіе (потенціалъ) и количество электричества, суть величины, которыя я предложилъ бы назвать полярными; это величины, которыя не характеризуются лишь числовымъ значеніемъ, но еще обладаютъ знакомъ, такъ что двѣ равныхъ величины противоположнаго знака при сложеніи даютъ нуль, а не удвоенную величину. Въ механикѣ не извѣстно такихъ чисто полярныхъ величинъ: вотъ причина, почему никакъ не удается найти для электрическихъ явленій сколько-нибудь подходящей механической гипотезы. Если бы удалось найти механическую величину съ полярными свойствами,—что, быть можетъ, возможно и во всякомъ случаѣ заслуживаетъ подробнаго изслѣдованія,—то мы имѣли средства дать механически-наглядную картину, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыхъ сторонъ электрики. Но, конечно, можно и здѣсь сказать съ увѣренностью, что дѣло коснется лишь нѣсколькихъ сторонъ: несовершенство всѣхъ безъ исключенія механическихъ гипотезъ непремѣнно скажется и воспрепятствуетъ полной обрисовкѣ картины.

Положимъ теперь, что законы явленій природы дѣйствительно могутъ быть сведены къ законамъ соотвѣтственныхъ формъ энергіи; какую выгоду получаемъ мы отъ этого? Прежде всего—ту весьма значительную, что дѣлается возможнымъ естествознаніе свободное отъ гипотезъ. Мы не ищемъ силъ, существованія которыхъ не можемъ доказать, между атомами, которыхъ не можемъ видѣть, но мы спрашиваемъ, желая себѣ дать отчетъ о явленіи: въ какой формѣ и въ какомъ количествѣ расходуется и пріобрѣтается энергія? Это

мы можемъ измѣрять, и все, что намъ нужно знать о явленіяхъ, можетъ быть выражено въ такой формѣ. Какая тутъ огромная выгода въ методическомъ смыслѣ—будетъ ясно для каждаго, научная совѣсть котораго страдала при видѣ постояннаго склеиванія фактовъ и гипотезъ въ современной физикѣ и химіи, въ этой раціональной наукѣ. Энергетика есть тотъ путь, которымъ можно въ точномъ смыслѣ выполнить мысль, высказанную Кирхгоффомъ (и часто невѣрно понимавшуюся), о необходимости замѣнить такъ называемое объясненіе природы описаніемъ явленій. Съ этимъ отсутствіемъ всего предвзятаго въ энергетической наукѣ соединяется такое методическое единство, которое,— это можно сказать, не колеблясь,—никогда еще не бывало достигнуто. На философское значеніе разсматриваемаго общаго начала въ толкованіи явленій я уже указывалъ; но по самой сущности дѣла (на что однако полезно еще разъ обратить вниманіе) это философское единство представляетъ также необыкновенныя выгоды для преподаванія и пониманія науки. Ограничиваясь однимъ примѣромъ, мы можемъ утверждать, что всѣ безъ исключенія уравненія, связывающія между собою два различныхъ рода явленій или болѣе, необходимо должны быть равенствами между величинами, опредѣляющими энергію (Energiegrössen); другихъ вообще быть не можетъ. Это слѣдуетъ изъ того, что, на ряду съ категоріями пространства и времени, энергія есть единственная величина, общая всѣмъ областямъ явленій, притомъ безъ всякаго исключенія: поэтому между различными областями вообще нельзя приравнивать ничего иного, кромѣ входящихъ въ дѣло энергетическихъ величинъ.

Я, къ сожалѣнію, не могу входить въ разсмотрѣніе того, какъ этимъ путемъ можно непосредственно получить множество соотношеній, которыя частью были уже извѣстны, а частью новы, и которыя пришлось бы прежде выводить помощью болѣе или менѣе хлопотливыхъ вычисленій. Равнымъ

образомъ я не имѣю возможности познакомить васъ и съ тѣми новыми сторонами, которыя были открыты при свѣтѣ общихъ энергетическихъ соображеній въ другихъ уже извѣстныхъ (хотя и не столь полно) положеніяхъ термодинамики, этой обширнѣйшей части энергетики. Все такъ и быть должно, если обосновано то, что сказано мною выше относительно значенія новаго взгляда. Мнѣ незачѣмъ еще разъ повторять сказанное.

Но я не могу не поставить еще одного заключительнаго вопроса. Когда намъ удалось овладѣть какою-либо значительною и плодотворною истиною во всей ея величественной простотѣ, мы бываемъ слишкомъ склонны къ преувеличенію ея значенія и спѣшимъ подчинить ей вообще все, что входитъ въ данную область. Эту ошибку можно постоянно встрѣтить въ наукѣ, и то мнѣніе, опроверженіе котораго заняло половину отведеннаго мнѣ времени, именно и произошло отъ такой ошибки. Поэтому мы тотчасъ же должны спросить себя: понятіе объ энергіи, столь необходимое и полезное для пониманія природы, окажется ли и достаточнымъ для этой цѣли? Нѣтъ ли явленій, которыхъ нельзя сполна представить помощью нынѣ извѣстныхъ законовъ энергіи?

Высокочтимое собраніе! Я думаю, что въ виду моей отвѣтственности передъ вами за изложенныя мною мысли, я лучше всего удовлетворю требованію справедливости, отвѣтивъ на этотъ вопросъ: нѣтъ, не достаточно. Какъ ни громадны преимущества энергетическаго міровоззрѣнія передъ механистическимъ или матеріалистическимъ, тѣмъ не менѣе, мнѣ кажется, можно уже нынѣ указать на нѣкоторые пункты, которые не исчерпываются извѣстными законами энергетики и, слѣдовательно, намекаютъ на существованіе началъ, выходящихъ за ея предѣлы. Энергетика сохранитъ свое значеніе рядомъ съ этими новыми началами. Но она въ будущемъ не останется тѣмъ, чѣмъ мы ее еще должны считать нынѣ, т. е. всеобъемлющимъ принципомъ явленій, а явится, вѣроятно,

частнымъ случаемъ еще болѣе общихъ соотношеній, о формѣ которыхъ, впрочемъ, мы въ настоящее время едва можемъ догадываться.

Высокочтимое собраніе! Я не опасаюсь, что только что сказанное мною умалитъ значеніе умственнаго прогресса, о которомъ шла рѣчь выше; я думаю, напротивъ, что я его нѣсколько возвысилъ. Ибо мы еще и еще разъ видимъ, что наука никогда и нигдѣ не можетъ и не должна полагать границъ своимъ успѣхамъ, и что среди самой борьбы за обладаніе новою областью мы не должны закрывать глазъ на то, что̀ впереди насъ: за клочкомъ, который мы отвоевываемъ, простираются еще обширныя поля, которыя тоже должны быть взяты впослѣдствіи. Прежнему времени было простительно, если пыль и дымъ битвы ограничивали взоръ узкими границами мѣста схватки. Нынѣ это уже непозволительно; нынѣ мы стрѣляемъ «бездымнымъ порохомъ» и не только можемъ, но и должны избѣгать ошибокъ прежнихъ временъ.